ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1971 N° 81

LE FROMAGE DE CHEDDAR

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Diplôme d'Etat

Présentée et soutenue publiquement en novembre 1971

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

ROCHERY (André, Auguste, Louis)

Né le 8 avril 1943 à Aurillac (Cantal)

Jury :

Président : M. ROUX, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. LABIE, Professeur à l'Ecole Nat. Vétérinaire de Toulouse
M. CABANIÉ, Professeur à l'Ecole Nat. Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE
IMPRIMERIE TOULOUSAINE Vve LION
16, RUE LAKANAL, 16
1971

LE FROMAGE DE CHEDDAR

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536510_0062

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1971 N° 81

LE FROMAGE DE CHEDDAR

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Diplôme d'Etat

Présentée et soutenue publiquement en novembre 1971

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

ROCHERY (André, Auguste, Louis)

Né le 8 avril 1943 à Aurillac (Cantal)

Jury :

Président : M. ROUX, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. LABIE, Professeur à l'Ecole Nat. Vétérinaire de Toulouse

M. CABANIÉ, Professeur à l'Ecole Nat. Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE

IMPRIMERIE TOULOUSAINE Vve LION

16, RUE LAKANAL, 16

1971

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Directeur . . . . . MM. FLORIO.
Directeurs honoraires . . . . . PONS.
DARRASPEN.
Professeur honoraire . . . . . LOMBARD.

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie-Toxicologie.
— Professeur titulaire . . . . . GODFRAIN.
— Maître-Assistant . . . . . Mme BURGAT-SACAZE.
Pharmacie - Toxicologie.

Chaire de Physique-Chimie biologiques et médicales.
— Professeur titulaire . . . . . MM. RICO.
Physique biologique et médicale. Chimie biologique et médicale.

Chaire d'Anatomie des Animaux domestiques.
— Professeur titulaire . . . . . PAVAUX.
Anatomie descriptive. Extérieur. Anatomie appliquée. Tératologie.

Chaire de Physiologie - Thérapeutique.
— Professeur titulaire. . . . . RUCKEBUSCH.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . FARGEAS.
Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie.

Chaire d'Histologie - Anatomie pathologique.
— Professeur titulaire. . . . . VAN HAVERBEKE.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire CABANIÉ.
— Maître-Assistant . . . . . MAGNOL.
Histologie - Embryologie - Anatomie pathologique.

Chaire d'Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale.
— Professeur titulaire . . . . . LABIE.
— Maître-Assistant . . . . . EECKHOUTTE.
Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des denrées alimentaires d'origine animale.

Chaire de Parasitologie et Maladies parasitaires.
— Professeur titulaire . . . . . BRIZARD.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . DORCHIES.
Zoologie appliquée. Parasitol. externe. Parasitol. interne. Clinique.

Chaire de Sémiologie et Pathologie médicale des équidés et carnivores.
— Professeur titulaire . . . . . FLORIO.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire LESCURE.
— Maître-Assistant . . . . . GUELFI.
Sémiologie et Pathologie médicale des équidés et des carnivores.
Législation vétérinaire et Déontologie. Clinique.

Chaire de Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour.
— Professeur titulaire . . . . . TOURNUT.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire ESPINASSE.
— Maître-Assistant . . . . . BÉZILLE.
Sémiologie et Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour. Clinique. Clinique ambulatoire.

Chaire de Pathologie chirurgicale.
— Professeur titulaire . . . . . CAZIEUX.
Propédeutique et Sémiologie chir. Technique chir. Pathologie chir.

Chaire de Pathologie de la Reproduction.
— Professeur titulaire . . . . . BERTHELON.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire ROYAL.
Sémiologie et Propédeutique. Pathologie de la reproduction.
Obstétrique. Clinique.

Chaire de Maladies contagieuses. Zoonoses. Législation sanitaire.
— Professeur titulaire . . . . . SAURAT.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . CHANTAL.
Maladies contagieuses. Zoonoses. Législation sanitaire.

Chaire de Pathologie générale. Microbiologie. Immunologie.
— Professeur titulaire . . . . . LAUTIÉ.
— Maître-Assistant . . . . . MEIGNIER.
Microbiologie. Immunologie. Pathologie générale.

Chaire de Zootechnie et d'Economie rurale.
— Professeur titulaire . . . . . QUEINNEC.
— Maître-Assistant . . . . . DARRÉ.
Ethnologie. Génétique appliquée. Hygiène générale. Zootechnie.
Elevage. Economie générale et des productions animales.

Chaire d'Alimentation.
— Professeur titulaire . . . . . FALIU.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . GRIESS.
Botanique appliquée et Bromatologie. Agronomie. Alimentation.

COURS COMPLEMENTAIRES - CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies infectieuses . . . . . MM. MONNIER.
Aspect médical des Zoonoses . . . . . ARMENGAUD.
Energétique . . . . . LABOUCHE.
Initiation à l'informatique biomédicale. . . . . FERNET.
Agronomie . . . . . COMBRET.
Métabolismes . . . . . RAYNAUD.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats.
(Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924.)

UNIV. LEIDEN BIBL.

A MON ÉPOUSE

Qui m'a aidé avec tant d'amour et d'affection.

A MES PARENTS

En témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance pour tous les sacrifices qu'ils firent pour moi.

A MES PROFESSEURS DE L'INSTITUTION SAINT-EUGÈNE

En témoignage de ma profonde reconnaissance.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur ROUX

de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter
la présidence de notre jury de thèse.
Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

Monsieur le Professeur LABIE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Dont l'enseignement nous est si précieux et grâce auquel nous avons pu mener à bien ce travail.
Nous exprimons notre profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur CABANIÉ
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui a bien voulu faire partie de notre jury de thèse.
Témoignage de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS MAITRES

DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE

DE TOULOUSE

INTRODUCTION

Le choix d'une thèse pose toujours un problème embarrassant : le jeune vétérinaire sortant de l'école ne possède pas le plus souvent suffisamment d'observations personnelles pour traiter d'une question purement scientifique.

Aussi avons-nous préféré nous orienter vers l'étude d'un sujet qui nous est plus familier, s'adaptant mieux à nos connaissances personnelles, celui de la fabrication du fromage Cheddar.

La production, la transformation et la commercialisation des produits laitiers posent des problèmes qui peuvent à l'avenir intéresser les vétérinaires. En effet, depuis l'arrêté du 10 avril 1970, le contrôle de tous les produits laitiers destinés à l'exportation est assuré par la Direction des Services vétérinaires; d'autre part, les vétérinaires assurent le contrôle hygiénique de tous les ateliers de traitement et de transformation du lait et de tous les points de vente de produits laitiers.

Le fromage Cheddar peut à ces deux titres faire l'objet d'un contrôle de la part des vétérinaires.

D'autre part, la fabrication du fromage Cheddar, assez récemment connue en France, pourrait à l'avenir

prendre une importance plus grande du fait des problèmes d'écoulement des produits laitiers : le fromage Cheddar étant en partie destiné à l'exportation.

C'est pourquoi il paraît intéressant d'étudier, d'une part, les techniques de fabrication du fromage et, d'autre part, ses principaux défauts et leurs causes pour définir les améliorations qualitatives qu'il est possible d'y apporter.

PLAN

•

Origine du cheddar

Définition du cheddar

Première partie

Fabrication du cheddar

1. *Qualité du lait.*
2. *Réception, stockage et standardisation.*
3. *Filtration, pasteurisation.*
4. *Addition des levains.*
5. *Emprésurage.*
6. *Découpage du caillé.*
7. *Manipulation du caillé dans le sérum.*
8. *La cheddarisation.*
9. *Mouture et salage.*
10. *Moulage et pressage.*
11. *Paraffinage du fromage à croûte.*
12. *Enrobage et emballage du fromage sans croûte.*
13. *Stockage du fromage.*
14. *Marquage du cheddar.*

Deuxième partie

Appréciation de la qualité du fromage cheddar

1. *Normes pour l'exportation des fromages.*
2. *Détermination du taux de matière grasse du fromage.*
3. *Détermination de l'humidité du fromage.*

Troisième partie

Étude de quelques défauts du cheddar

1. *Défauts qui affectent l'extérieur du fromage.*
2. *Défauts qui affectent l'intérieur du fromage.*

ORIGINE DU CHEDDAR

Le cheddar est le fromage anglo-saxon le plus connu. La première fabrication de cheddar semble être apparue vers 1758, dans la ville de Cheddar (Somerset), en Angleterre.

La technique de fabrication a été depuis longtemps exportée par les Anglais à travers le monde. Sa fabrication fut d'abord l'apanage des pays d'expression anglaise : États-Unis d'Amérique, Afrique du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande.

Son introduction en Europe est beaucoup plus récente.

La première fabrication de cheddar en France date de 1948. Elle fut réalisée par la coopérative laitière de Castres, dans le Tarn.

Sa production, qui au début fut destinée à la consommation dans les départements du nord de la France, prit rapidement une orientation pour l'exportation et l'approvisionnement des fondeurs.

Le cheddar, connu dans le monde entier, est devenu le fromage international type.

Dans les pays d'expression anglaise, il est le *cheese*, c'est-à-dire le fromage.

Avant la dernière guerre, il se présentait sous forme de meules cylindriques de 30 à 35 kg et la pâte était

fortement colorée (rouge orangé). Dès la fabrication, les meules étaient habillées de toiles de coton, puis graissées à la graisse de porc. Une telle présentation en meules cylindriques est encore réalisée au Canada. Il s'agit d'une véritable spécialité canadienne. Ce cheddar, consommé au Canada même ou exporté vers la Grande-Bretagne, est fabriqué à partir de lait cru et n'est consommé qu'après une période d'affinage très longue (celle-ci pouvant durer une à deux années). Son prix sur le marché de Londres était de 560 livres sterling la tonne, contre 345 livres sterling la tonne pour le cheddar anglais.

Actuellement, cette présentation en meules cylindriques tend à disparaître dans tous les pays au profit de la forme parallélépipédique de 18,5 kg, emballée sous film étanche et en carton. La pâte a une couleur naturelle jaune paille clair.

DÉFINITION DU CHEDDAR

La définition du cheddar fut donnée par un groupe d'experts gouvernementaux du comité mixte FAO/OMS.

Le cheddar est un fromage originaire du Royaume-Uni, fabriqué exclusivement à partir de lait de vache. C'est un fromage à pâte dure et de bonne conservation et qui fait l'objet d'un commerce international important. Il se présente sous forme cylindrique ou en bloc parallélépipédique de dimensions ou de poids variables. Sa forme cylindrique et sa présentation rappellent celles du cantal. Il peut présenter une croûte dure et lisse, qui peut être recouverte de cire ou enveloppée d'une toile. Cette croûte a une couleur allant de paille pâle à paille foncé jusqu'à orange. Des blocs sans croûte peuvent être présentés sous pellicule souple, étanche à l'air.

La pâte présente une couleur uniforme allant de paille pâle à paille foncé jusqu'à orange. Elle ne doit pas présenter de trous dus à la formation de gaz et peu ou pas d'ouvertures mécaniques.

La teneur minimum en matière grasse dans l'extrait sec est de 48 pour cent, sa teneur maximum en eau est de 39 pour cent.

Le cheddar est normalement consommé, soit doux, après trois mois, soit après affinage de douze mois ou plus. Il présente un arôme typique, variant en intensité de doux à piquant et dû à l'action de bactéries productrices d'acide lactique.

La définition de la C.E.E. est la suivante :

« Fromage d'une teneur en matière grasse en poids dans la matière sèche égale ou supérieure à 50 pour cent et d'une teneur en humidité dans la matière non grasse supérieure à 47 pour cent et inférieure ou égale à 72 pour cent. »

PREMIÈRE PARTIE

FABRICATION DU CHEDDAR

Si nous avons divisé, pour les besoins de l'exposé, la méthode de fabrication en différentes sections, il ne faut pas penser que chaque stade de fabrication est indépendant des autres.

Il est important de savoir que chaque phase de la fabrication du fromage fait partie d'un tout intégral.

La fabrication de fromage est un mode de conservation des produits laitiers. Cette conservation ne sera assurée qu'en respectant la technique de fabrication suivante :

— bonne qualité bactériologique de la matière première, à savoir le lait;
— développement de l'acidité lactique;
— déshydratation progressive et salage.

Chaque phase, dans le procédé de fabrication du fromage, progresse dans ce but.

1. QUALITÉ DU LAIT

La fabrication du fromage est étroitement sous la dépendance des activités de bactéries favorables et d'enzymes. Les unes et les autres sont naturellement présentes dans le lait. On peut régulariser leurs acti-

vités différentes en contrôlant la température et les éléments nutritifs ou par l'emploi d'un inhibiteur tel que le sel. Cependant, le résultat final peut être contrarié par les effets de bactéries indésirables dont les activités produisent des composés chimiques qui ôtent l'arôme désiré et peuvent être prédominants sur les parfums souhaités.

Il a souvent été mis l'accent sur la composition chimique du lait, en particulier son taux de matière grasse et son taux de caséine. Cependant, pour le fromager, sa composition bactériologique est beaucoup plus importante.

Il ne peut, en tout état de cause, espérer corriger les défauts de qualité bactériologique du lait par la seule pasteurisation, d'où la nécessité de produire un lait de la meilleure qualité bactériologique possible.

Il faudra, de ce point de vue, vérifier la qualité de tout le lait qui arrive à l'usine. Les laits de mauvaise qualité pourront être détectés en appréciant leur odeur. Cette appréciation subjective n'aura de valeur que si elle est réalisée toujours par la même personne. Celle-ci devra tenir compte de la température du lait : un lait souillé mais qui a une température très basse peut ne pas dégager d'odeurs désagréables. D'autre part, la détermination de la qualité du lait par l'odeur dépend en grande partie de la quantité d'air contenue dans le bidon : l'odeur est le plus justement appréciée lorque le bidon est rempli à moitié.

Il est plus sûr d'apprécier la qualité bactériologique du lait par des méthodes objectives, en mettant en œuvre, soit la détermination du nombre total des bactéries, soit en dénombrant certains types de bactéries comme les coliformes.

Plus généralement, cette appréciation objective est réalisée par le test au bleu de méthylène. C'est une

des méthodes les plus sûres et, en tout cas, la plus pratique pour apprécier la qualité du lait. Il suffit de noter le temps de décoloration du milieu, celui-ci étant d'autant plus bref qu'il y a plus de bactéries.

D'après les résultats de ces tests, tous les laits de mauvaise qualité bactériologique doivent être rejetés. Si une telle opération n'est pas réalisée sérieusement, on aboutit à une contamination de tout le lait de mélange, et celle-ci conduira à des difficultés en cours de fabrication et à la formation de graves défauts dans le fromage, tels que les gonflements précoces ou tardifs.

2. Réception, stockage et standardisation

Une fois le lait réceptionné, il est refroidi à 5,5 - 7 °C par passage dans un échangeur à plaques. Il y a peu d'avantages à refroidir le lait en dessous de 5,5 °C pour la limitation de la croissance des bactéries. Le maintien du lait à des températures très basses peut en effet entraîner la dénaturation des protéines et altérer les propriétés coagulantes du lait. Le caillé produit à partir du lait sur-réfrigéré a habituellement tendance à garder son sérum et il est difficile de l'affermir. D'autre part, l'écrémage est lent et l'écrémeuse risque de se bloquer après une opération trop prolongée.

Étant donné la destination du cheddar, à savoir l'exportation ou la fabrication de fromages fondus, il est important de pouvoir standardiser le lait d'une manière précise. Pour avoir un fromage à 50 pour cent de matière grasse dans l'extrait sec (en laissant une marge de sécurité de 1 pour cent au-dessus de 50 pour cent), il faut habituellement réduire plutôt qu'augmenter le taux de matière grasse du lait. Il faut en même temps tenir compte du taux de caséine du lait pour

réaliser une bonne standardisation. L'échantillon de lait à prélever doit être vraiment représentatif de tout le lait qui doit être standardisé.

La quantité de lait écrémé à ajouter est calculée. Ce lait écrémé est ajouté dans la citerne de stockage. En général, on fait écouler un peu de lait de la citerne à travers le séparateur et on renvoie le lait écrémé dans la citerne.

Si la matière grasse primitive a un pourcentage trop faible ou si, par erreur, trop de matière grasse a été enlevée, il faudra corriger en ajoutant de la crème au lait de fromagerie. Une crème légère est beaucoup plus facile à disperser dans le lait qu'une crème épaisse. Il est nécessaire d'ajouter 15 et même 20 pour cent de plus que la quantité calculée de crème, à cause de pertes inévitables en matière grasse qui se produiront avec ce procédé. De toute façon, la matière grasse en excédent dans le sérum est récupérable par l'écrémage de ce dernier.

3. Filtration. Pasteurisation

La filtration du lait est absolument nécessaire. Les matières étrangères dans le lait se retrouvent dans le fromage et déprécient celui-ci. Les appareils de filtrage sont placés après la première section de chauffage du pasteurisateur, où la température du lait se situe entre 48 et 60 °C. A cette température, la capacité et l'efficacité du filtre sont satisfaisantes. Les filtres sont formés de deux appareils en parallèle pour permettre un renouvellement des linges utilisés sans interrompre le débit du lait. Les toiles du filtre doivent être renouvelées alternativement toutes les trente à soixante minutes, selon la qualité du lait et l'étendue de la surface filtrante.

Certaines usines préfèrent utiliser des toiles à fromage placées à l'extrémité d'un tuyau libérant le lait cru. Les plus grosses particules de matières étrangères seules seront retenues. Cette sorte de filtration est beaucoup moins efficace.

Le lait ayant été filtré convenablement, il pourra alors être pasteurisé. Le but de la pasteurisation est de détruire les micro-organismes pathogènes dans le lait pour sauvegarder la santé du consommateur de fromage. La pasteurisation détruit aussi certaines bactéries non pathogènes, mais indésirables. Cela permet une plus grande régularité de production d'acide par les bactéries du ferment et une qualité beaucoup plus uniforme du fromage. Il faut savoir cependant que la pasteurisation ne peut servir à corriger les défauts causés par un lait de qualité médiocre. En effet, même après pasteurisation, un tel lait contient une proportion élevée de bactéries indésirables avec leurs enzymes et les sous-produits de leur métabolisme, voire des toxines à haute résistance à la chaleur.

En général, la pasteurisation se fait à une température comprise entre 65 et 75 °C pendant une à trois minutes. L'acidité du lait destiné à la pasteurisation ne doit pas dépasser 22 degrés Dornic, afin de pallier les risques de gratinage à l'intérieur du pasteurisateur. Non seulement il en résulterait l'apparition d'un goût de cuit dans les fromages, mais aussi une diminution du rendement puisque de la caséine coagulée resterait adhérente aux parois chauffantes de l'appareil. Lorsque le lait est trop acide, il faut le désacidifier afin de ramener son acidité à 20 - 21 °D. Pour cela, on peut utiliser un lait de chaux ou de magnésie à 5 ou 10 pour cent.

Le chauffage rompt l'équilibre phospho-calcique du lait. Le phénomène se traduit par un appauvrissement du liquide en sels de chaux solubles, donc par des dif-

ficultés de coagulation par la présure. L'addition de chlorure de calcium à des doses généralement voisines de 0,5 gramme par litre de lait s'impose alors. Il ne faut jamais exagérer la quantité de chlorure ajoutée car on risque d'obtenir des fromages à goût amer et à pâte dure et sèche.

Il est important de ne pas soumettre le lait à un traitement thermique excessif, sinon les globulines et les albumines du lait sont coagulées et sont alors retenues dans le caillé après son égouttage. Ces substances fixent énergiquement l'eau et rendent souvent difficile l'égouttage satisfaisant du fromage. D'autre part, la maturation intéresse une proportion plus considérable de matières azotées autres que la caséine. Il peut en résulter des modifications de saveur dues à une rupture de l'équilibre existant normalement entre les divers produits sapides de dégradation.

Le problème de la pasteurisation du lait en fromagerie pose le dilemme suivant : ou bien le chauffage est suffisant pour détruire avec certitude tous les germes pathogènes et le lait subit alors des modifications de structure gênant la fabrication, ou bien le chauffage est ménagé et épargne le produit mais n'assure plus alors la garantie hygiénique avec une marge de sécurité suffisante. A cet égard, il est probable qu'en fromagerie l'assainissement du lait par l'emploi des radiations trouverait d'intéressantes applications.

4. Addition des levains

Dans toutes les fabrications pasteurisées, il faut utiliser obligatoirement des levains lactiques sélectionnés.

Ils se distinguent essentiellement par leur température optimale de développement. En général, on n'uti-

lise d'ailleurs pas un seul ferment, mais plusieurs, chacun d'eux devant intervenir à un stade différent du travail. C'est ainsi que, dans la fabrication du cheddar pasteurisé, le lait est ensemencé avec des cultures associées, composées de souches de ferments lactiques acidifiants comprenant : *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* accompagnés éventuellement de *Lactobacillus casei*.

Ces ferments sont fournis par des laboratoires spécialisés, sous forme de poudres qui ont été obtenues par séchage ou lyophilisation de la culture mère.

Dans certains pays, principalement en Nouvelle-Zélande, Australie et Angleterre, on emploie des cultures pures. Chaque culture renferme une seule espèce de bactérie. Cette espèce est choisie de telle manière qu'un bactériophage donné ne peut attaquer qu'une culture donnée. On parle alors de « culture à phage non rapporté ».

Pour préparer un levain, il faut pasteuriser deux à cinq litres de lait écrémé pendant au moins trente minutes à 85 - 90 °C. Ce lait est refroidi à la température d'ensemencement indiquée par le laboratoire : 22 à 30 °C en général. Le ferment est alors ajouté au lait; le flacon est maintenu à la même température jusqu'à obtention d'un début de coagulation, ce qui demande douze à dix-huit heures. Si le levain n'est pas utilisé immédiatement, il peut être conservé en le mettant au frais.

Pour préparer le « pied de cuve » à l'aide de ce levain, il faut pasteuriser vingt à trente litres de lait écrémé pendant trente minutes à 85 - 90 °C. Puis, ce lait est refroidi à 3 degrés au-dessous de la température d'ensemencement. Le levain est alors ajouté après l'avoir agité. La température du lait est maintenue à 25 - 28 °C jusqu'à obtention d'un début de coagulation.

Pour ensemencer le lait dans la cuve, il faut utiliser 1 à 2 pour cent de « pied de cuve » par rapport à la quantité de lait à travailler. On laisse « mûrir » pendant une heure, puis le lait est réchauffé à 29 - 31 °C avant l'emprésurage.

Toutes les manipulations des ferments doivent être faites avec précautions pour éviter toute contamination par d'autres bactéries ou par le bactériophage.

Le bactériophage est un virus qui, lorsqu'il rencontre une bactérie sensible, s'attache à sa paroi pour pénétrer ensuite et disparaître à l'intérieur pendant une période d'environ vingt à quarante minutes. Puis, au bout de ce temps, soudain la cellule éclate en libérant de quinze à cinquante particules phagiques. Il est facile d'imaginer comment, en quelques heures, une particule phagique peut être reproduite en billions de particules infectieuses. Le bactériophage pénètre dans les cultures de ferments à la faveur de fautes d'hygiène : flacons non stérilisés, lait insuffisamment pasteurisé.

La présence de bactériophages dans une culture de ferments provoque au début un développement normal de l'acidité, puis la production d'acide qui décline progressivement et finit par être totalement inhibée. S'il y avait des antibiotiques dans le lait, l'acidification serait lente dès le début.

En cas d'utilisation de cultures pures surtout, on essaie de pallier cet accident en utilisant en rotation des cultures de ferments à « phage non rapporté » et en surveillant de plus près les conditions hygiéniques de préparation des ferments. Il est possible aussi de remédier momentanément à cet incident en augmentant la quantité de ferments dans la cuve, de façon à raccourcir le temps de maturation et ainsi diminuer le nombre de divisions du bactériophage.

5. Emprésurage

Après l'addition du ferment, la présure est ajoutée au lait. La température d'emprésurage optimale est de 29 à 31 °C, suivant l'acidité du lait en cuve.

La présure de force 1/10 000 est ajoutée en général à la dose de 30 à 35 centimètres cubes par cent litres de lait. Normalement, la présure est diluée avant d'être ajoutée au lait, et il est très important d'utiliser de l'eau stérilisée pour réaliser cette dilution. Le but de la dilution de la présure est d'assurer une distribution uniforme dans l'ensemble du lait. Cette distribution peut être améliorée en réalisant un brassage du lait, qui devra être cependant arrêté suffisamment tôt avant la formation du caillé. Après avoir assuré une distribution satisfaisante de la présure, il faudra recouvrir la cuve pour éviter que des matières étrangères ne viennent souiller le lait et, d'autre part, pour éviter le refroidissement du lait.

D'après la théorie de Porcher, la paracaséine provenant du dédoublement de la caséine par la présure ne se gélifie qu'en présence de sels de calcium en solution. Il semble que les ions calcium chargés positivement soient nécessaires à la floculation des micelles de paracaséinate de chaux chargées négativement. Dans ces conditions, tous les facteurs susceptibles d'abaisser la teneur du lait en sels de calcium solubles, en particulier la pasteurisation, gênent simultanément l'action de la présure et prolongent la durée de la coagulation. Lorsque le fromager dispose d'un lait ne répondant pas normalement à l'action de la présure, il peut aisément corriger son comportement en lui ajoutant du chlorure de calcium. L'action de ce sel est assez complexe. Non seulement il intervient pour augmenter la teneur du

lait en ions calcium positifs, mais il provoque également un abaissement du pH lorsqu'il est utilisé à dose faible car, au-dessus de 6 grammes par litre, le pH remonte. Ces deux phénomènes agissant dans le même sens, on conçoit que l'addition de chlorure de calcium puisse accélérer considérablement la coagulation. Si du chlorure de calcium est utilisé, il ne faut pas ajouter plus de 50 grammes de chlorure de calcium pour 100 litres de lait. De toute façon, il faut filtrer les solutions de chlorure de calcium avant de les ajouter au lait.

L'action de la présure, associée ou non au chlorure de calcium, est considérée comme bonne quand le caillé est prêt à être découpé trente minutes après l'addition de la présure.

6. Découpage du caillé

Le but de l'opération du découpage est d'augmenter la surface du caillé pour faciliter l'expulsion du sérum. Ce découpage s'effectue à l'aide de couteaux à armature en acier inoxydable et dont la partie coupante est constituée de fils de nylon ou d'inox. Il est important que ce découpage ne se fasse pas trop tôt. Si le caillé est trop mou, il y aura une perte élevée en caséine et matière grasse. La meilleure prévention est, dans ce cas, de retarder le découpage. D'autre part, il est aussi important que ce découpage du caillé se fasse de façon uniforme; en particulier, il faut veiller à ce qu'il se fasse bien sur les bords et dans les angles de la cuve. En effet, des morceaux de caillé qui ne seraient pas découpés ne pourraient évidemment pas expulser le sérum à la vitesse exigée. Le découpage du caillé dure en principe douze à quinze minutes.

7. Manipulation du caillé dans le sérum

Ce stade a pour but principal de faciliter l'écoulement du sérum et, ainsi, de réaliser une meilleure déshydratation du produit. Il consiste essentiellement en un brassage et un chauffage du caillé.

Le fromager, avant de commencer le brassage, doit prendre un échantillon de sérum et titrer son acidité. S'il a un lait normal d'acidité initiale entre 16 et 19 °D, l'acidité du sérum immédiatement après le découpage se situera entre 11 et 13 °D. Cette valeur de l'acidité servira de base pour les stades suivants.

Le brassage ne doit pas commencer avant qu'il ne se soit écoulé cinq minutes après le découpage. Au début, ce brassage doit être lent, juste suffisant pour conserver le mouvement du caillé et prévenir sa stabilisation. Par la suite, la vitesse de brassage peut être augmentée. Dès que le brassage peut être commencé sans danger, le chauffage du caillé peut aussi être mis en route. Si l'on n'a pas fourni suffisamment de ferments, et qu'ainsi l'acidité est insuffisante, on pourra augmenter celle-ci en retardant le chauffage du caillé par rapport au brassage. La température des composants de la cuve est augmentée progressivement pour obtenir 38 °C au bout de quarante à quarante-cinq minutes environ. D'abord, la température est élevée de 0,5 °C toutes les quatre minutes pour atteindre 34 °C. Par la suite, elle est élevée de 0,5 °C toutes les trois minutes ou même légèrement plus vite en fin de cuisson. Si l'acidité se développe trop rapidement, on pourra faire monter la température jusqu'à 40 - 41 °C, température à laquelle les bactéries du ferment seront inhibées et le développement de l'acidité ralenti.

La température finale de 38 °C pour un lait où l'acidité se développe normalement étant atteinte, il faut la maintenir pendant trente minutes encore, tout en continuant à brasser le caillé.

A ce moment-là, il faut stopper le brassage et drainer une moitié du sérum quand le caillé est stabilisé. Il est important de s'assurer que, dans tous les cas, la quantité de sérum enlevé est connue et constante. S'il n'en était pas ainsi, cela fausserait les mesures ultérieures d'acidité du sérum car l'acide lactique produit à l'intérieur du caillé aurait été plus ou moins dilué, selon le volume de sérum laissé dans la cuve. On facilite l'écoulement du sérum dans la cuve en remettant en service les agitateurs jusqu'à ce que l'acidité titrable soit de l'ordre de 16 à 18 °D.

Une fois le niveau d'acidité atteint, il faut arrêter les agitateurs et drainer le sérum restant aussi vite que possible car le caillé, dans une cuve où le drainage est trop lent, sera beaucoup plus acide au séchage que dans une cuve où le drainage est rapide.

L'acidité titrable à cet instant est la dernière valeur qui peut être déterminée avec une précision convenable. D'autre part, si cette acidité dépassait 23 °D, elle donnerait un fromage décoloré, friable, au parfum acide, et parfois même une certaine amertume.

Si, malgré un traitement normal, le caillé n'est pas assez ferme après l'évacuation de tout le sérum libre, il vaut mieux l'affermir par un brassage à sec que, plus tard, par un salage excessif. Afin d'éviter d'avoir un mauvais caillé et afin d'en évacuer très rapidement l'humidité, les agitateurs devront travailler lentement et seront stoppés à intervalles réguliers pour permettre l'entassement du caillé sur les côtés des cuves pour un drainage rapide du sérum.

8. La cheddarisation ou « cheddaring »

C'est une maturation destinée à apporter des modifications physiques et chimiques du grain du caillé.

Le terme de cheddarisation se rapporte à cette partie de la fabrication du fromage qui se situe entre l'exsudation du sérum et la mouture, qui transforme les petits grains de caillé en de grands blocs fibreux.

Une fois le sérum final enlevé et le brassage à sec terminé, le caillé est empilé d'une manière bien uniforme en une couche de 15 à 30 centimètres de hauteur, des deux côtés de la cuve, avec un canal au centre permettant le drainage du sérum. Un caillé ferme est en principe empilé plus haut qu'un caillé à consistance faible. La mise en couche initiale du caillé permet aux particules de caillé de fusionner ensemble, ainsi le bloc ne s'effritera pas au découpage quand on le tournera et l'empilera.

Quelques minutes plus tard, on ébarbe tout ce qui dépasse du caillé empilé pour faire un angle d'environ 60 degrés. Toutes ces particules de caillé détachées doivent être mises au-dessus ou en dessous des meules. Le caillé est suffisamment fusionné en dix ou quinze minutes pour être découpé en blocs et tourné. Ces blocs ont en général de 14 à 18 centimètres de large et sont tournés toutes les dix ou quinze minutes.

Par la suite, les blocs sont coupés en leur milieu et la partie située vers le centre de la cuve est retournée sur la partie la plus proche du bord de la cuve. Puis on inverse les deux piles de caillé. Par la suite, on réalise des piles de trois blocs superposés.

Le stade de cheddarisation est un stade assez long et qui nécessite beaucoup de travail. On a essayé de le raccourcir, mais tous les essais ont été voués à l'échec

car il apparaissait des défauts de texture et de goût que le gain de temps ne pouvait compenser. Une mécanisation de ce temps a pu être réalisée, mais il faut toujours respecter la vitesse de cheddarisation.

9. Mouture et salage

A l'aide d'un moulin spécial placé sur la cuve de fabrication, les blocs sont divisés en « cossettes » de 1 à 2 centimètres carrés de section. Ce moulinage a une influence sur la texture de la pâte.

La mouture du caillé « cheddaré » est nécessaire pour réduire les blocs à une taille suffisamment petite permettant un mélange convenable avec le sel. La diffusion du sel à travers le caillé est un processus lent, qui pourrait être encore allongé si les blocs de caillé étaient importants.

D'autre part, quand les blocs de caillé sont moulus, la production de nombreux morceaux très petits aboutit à l'exposition d'un grand nombre de nouvelles surfaces de caillé. L'humidité pouvant être uniquement diffusée à partir de la surface du caillé, la création d'une surface plus grande par division de la masse de caillé aboutira à une augmentation de la vitesse d'expulsion de l'humidité. Ainsi, la mouture permet aussi une réduction supplémentaire de l'humidité du caillé.

Dans la mouture, il faut avoir soin de s'assurer que les blocs de caillé sont découpés doucement par des coupoirs bien aiguisés et qu'il ne se produit pas de surmouture. Une mouture réalisée avec des coupoirs émoussés et irréguliers entraîne une perte de matière grasse et provoque une ouverture mécanique du fromage. Ce dernier défaut peut, également, être produit par une surmouture.

Une fois que le caillé est broyé et prêt à recevoir le sel, le caillé est brassé pour éviter l'amalgame des morceaux de caillé. L'agglutination du caillé empêche une distribution uniforme du sel et réduit la vitesse de l'évacuation de l'humidité.

La période de temps située entre la mouture et le salage est connue comme « période d'adoucissement ». On a autrefois considérablement insisté sur la valeur de cette période qui améliorerait la forme et la texture du fromage. Mais, à présent, la nécessité de ce laps de temps est discutée. En effet, des effets défavorables peuvent survenir au cours d'un brassage prolongé : pertes excessives en matière grasse, sur-refroidissement du caillé, masse friable, texture ouverte. En fait, le salage peut être fait immédiatement après la mouture à condition d'avoir un caillé dont le volume d'humidité a été réduit à un niveau satisfaisant dans les premières phases de fabrication.

Le salage, qu'il soit fait immédiatement après la mouture ou après une période plus ou moins longue d'adoucissement, a pour but d'extraire l'humidité du caillé et de provoquer un retard dans le développement du ferment et des processus bactériologiques associés à la maturation du fromage. Le sel joue aussi dans le fromage le rôle de condiment.

La quantité de sel à ajouter ne dépend pas seulement du poids du caillé. Elle dépend aussi du degré d'humidité de ce caillé. La quantité de sel est augmentée pour un caillé humide, abaissée pour un caillé sec. En moyenne, cependant, on ajoute 3 kilogrammes de sel par mille litres de lait mis en œuvre.

Des doses trop importantes de sel peuvent avoir pour résultat de donner un produit à consistance friable et à croûte craquelée, avec une ouverture de surface.

Le sel utilisé ne doit pas avoir de grumeaux pour permettre une distribution uniforme. C'est pourquoi il ne faut utiliser que du sel tamisé et déshydraté. Il faut éviter que le sel ne contienne des matières insolubles car on ajouterait ainsi une matière étrangère au fromage. Il est utile de tester chaque nouvelle fourniture de sel reçue à l'usine, afin de voir s'il contient une matière étrangère quelconque. Pour cela, 10 grammes de sel sont dissous dans de l'eau et cette solution est versée sur un filtre.

Le sel diffusant à une vitesse lente à travers le caillé, il faudra les mélanger d'une manière aussi uniforme que possible. Pour cela, le caillé est réparti sur le fond de la cuve, on ajoute un tiers de la quantité de sel à employer et on remue la masse de cossettes. Il faut rajouter ensuite le deuxième et le troisième tiers de sel de la même manière. Ensuite, le caillé est laissé sans le remuer pendant dix minutes. Un nouveau brassage est réalisé et on laisse ensuite dix nouvelles minutes au repos.

10. Moulage et pressage

Le moulage et le pressage du fromage cheddar ont pour but la production d'un fromage dont la forme et la taille sont conformes aux normes exigées pour la maturation et la vente. Le pressage accélère l'enlèvement d'une certaine quantité de sérum du caillé et consolide cette masse de caillé en supprimant en grande partie les espaces entre les morceaux de caillé.

Le remplissage des moules peut commencer dès la fin de la période de salage. Pour le réaliser, il faut utiliser des seaux et des pelles à caillé en acier inoxydable. Il ne faut pas toucher le caillé avec les mains nues. Les

opérateurs doivent avoir des gants en caoutchouc stérilisés. Au cours du remplissage des moules, il est prudent de bien tasser le caillé dans les moules; il faut notamment faire bien attention aux angles de certains fromages rectangulaires car il ne faut pas que le fromage ait des coins arrondis. On pourra minimiser l'ouverture mécanique et produire un fromage bien ferme si on veille particulièrement à l'emballage du caillé dans les moules.

Le pressage ne doit pas suivre immédiatement le remplissage des moules. Un pressage trop précoce contribue à donner beaucoup plus d'humidité et beaucoup moins de sel dans le fromage. En effet, le pressage précoce fait partir du sérum encore riche en sel qui n'a pas encore eu le temps de pénétrer dans le fromage. Un tel pressage empêche ensuite une perte supplémentaire de l'humidité, qui se produirait si les surfaces de caillé restaient exposées. La pâte du fromage sera aussi plus douce, mais la texture sera plus fermée. En pratique, il faut conserver les moules remplis pendant au moins vingt minutes avant de réaliser le pressage.

Le pressage du fromage comporte deux caractéristiques importantes. Il y a, d'une part, la vitesse d'application de la pression et, d'autre part, la valeur de la pression finale.

Le caillé est pressé graduellement, de sorte que le sérum et l'air puissent s'évacuer par les canaux naturels formés entre les morceaux de caillé, avant que la pression n'ait créé une soudure suffisante des extrémités de ces canaux. Les fromages seront laissés sous presse pendant vingt-quatre heures. A la suite du pressage, les fromages seront sortis avec précaution des moules. On pourra alors rectifier les défauts de leur surface pour obtenir un fromage à surface lisse, aux angles non arrondis.

Pour les fromages sans croûte, les toiles de presse seront enlevées soigneusement pour que ne tombent et ne soient découverts des morceaux de fromage et qu'une tension excessive ne s'exerce sur les angles du fromage en les arrondissant.

Les toiles sont enlevées d'abord au centre plutôt qu'aux extrémités pour prévenir un arrondissement éventuel des angles. Des difficultés dans l'enlèvement des toiles peuvent provenir d'un entartrage des toiles dû à l'emploi de certains produits basiques. Le remède consiste à faire tremper les toiles de temps en temps dans une solution acidifiée à l'acide nitrique ou bien encore à utiliser un détergent genre Teepol, puis à rincer abondamment à l'eau claire stérilisée. Elles peuvent venir aussi d'une trame trop lâche ou d'un défaut d'humidité de cette toile au remplissage. Quand les toiles ne sont pas immédiatement utilisées après le lavage, il faut les laisser sécher et, quand on en aura besoin, il faudra les stériliser en les plongeant dans une eau à 90 °C, pendant cinq minutes, ou dans une eau javellisée. Pour prévenir toute adhérence des toiles, on pourra les tremper pendant un quart d'heure dans une solution à 2 pour cent de tétraphosphate de sodium et on les serrera légèrement avant l'emploi.

11. Paraffinage du fromage a croûte

Pour pouvoir paraffiner un fromage, il faut que sa croûte soit propre et sèche et ne présente aucun signe de moisissure. Le fromage est paraffiné après sept à huit jours de stockage, c'est-à-dire après le séchage de la croûte. Il doit être stocké pendant ce temps dans des salles où la température varie de 10 à 11 °C et où l'humidité relative est de 75 à 80 pour cent, avec une

circulation d'air appropriée. La circulation de l'air permet d'assurer l'évacuation de l'eau qui s'évapore de la surface du fromage; elle ne doit pas être trop importante, ce qui pourrait entraîner un séchage trop rapide et donner des croûtes craquelées. L'humidité ne doit pas être trop importante pour éviter la moisissure qui se produira certainement si l'hygrométrie dépasse 80 pour cent.

Durant le stockage, le fromage doit être tourné trois fois le premier jour et, ensuite, quotidiennement, pour permettre un séchage uniforme.

Avant de procéder au paraffinage, il est important de sécher totalement la croûte du fromage. Le paraffinage doit avoir lieu dans une salle présentant les mêmes conditions de température et d'humidité que la salle de stockage.

Le paraffinage se réalise en immergeant le fromage dans une cire chauffée à 155 - 165 °C pendant quatre à six secondes.

12. Enrobage et emballage du fromage sans croûte

Pour produire un fromage sans croûte, il faut empêcher le séchage de la surface; il faut aussi empêcher le développement de la moisissure. Dans ce double but, le matériel d'emballage doit présenter les caractéristiques suivantes :

— *Basse perméabilité à la vapeur d'eau.*

— *Basse perméabilité à l'oxygène :* l'oxygène est nécessaire au développement des moisissures.

— *Facilité de manipulation.*

Pour cela, il est nécessaire que les feuilles s'enveloppent très facilement. Il ne faut pas que les feuilles

forment des plis et des rides, qui seraient difficiles à enlever. Un certain degré de collage est souhaitable, sans cependant être excessif.

— *Résistance à une tension élevée.*

— *Bonne résistance aux perforations et déchirures.*

— *Scellage aisé.* En général, le scellage est réalisé à chaud et sous pression, il doit être facile à faire, sans plis.

— *Absence de substances toxiques.*

— *Absence d'odeurs.*

— *Une certaine transparence* pour exposer toutes les particules de matière étrangère et de moisissures présentes sur la croûte du fromage.

Les matériaux d'emballage ne doivent pas être stockés dans des pièces où la température dépasse 38,5 °C et doivent être protégés de la lumière et particulièrement de la lumière du soleil et des ultra-violets.

Une fois le fromage mis dans la salle d'emballage, une fois démoulé, de préférence à l'extérieur de cette pièce, les toiles ayant été enlevées et les angles rabotés, on procédera à sa préparation pour l'emballage. Toutes les surfaces du fromage sont inspectées pour vérifier s'il n'y a pas eu pénétration de matières étrangères, et les taches possibles sont enlevées sans trop abîmer la surface du fromage. Le fromage ne doit pas être exposé plus d'une ou deux minutes, pour éviter un séchage excessif. Si cela n'est pas possible, il est essentiel de le protéger du séchage en le couvrant avec des toiles de presse humides.

Le fromage est placé au centre de la feuille d'emballage; les parties libres de la feuille sont ensuite rabattues sur la face supérieure du fromage. Les côtés de la feuille sont ensuite pliés le plus soigneusement possible sur les faces latérales du fromage.

Le scellage hermétique est réalisé par chauffage et pression. Par la suite, à la sortie de la presse chauffante, le fromage reçoit une nouvelle feuille d'emballage puis est placé dans un carton.

A la suite de cette opération, on pèse chaque fromage et on inscrit son poids sur l'emballage.

13. Stockage du fromage

1) *Fromage sans croûte.*

L'un des principaux avantages de la production de fromage sans croûte est qu'il nécessite un espace relativement réduit au cours du stockage. Cependant, c'est une erreur d'exploiter cette caractéristique en voulant faire des empilages importants des fromages avant qu'ils ne soient refroidis à la température de stockage.

De la température de stockage dépend en grande partie le temps d'affinage. Une température relativement élevée favorise l'affinage.

2) *Fromage avec croûte.*

Pour réaliser un affinage satisfaisant du fromage avec croûte, il est nécessaire de contrôler l'humidité de l'air pour la maintenir entre une limite supérieure au-dessus de laquelle la moisissure risque de se développer à la surface du fromage et une limite inférieure pour laquelle la surface du fromage risque de sécher trop rapidement et commence à se craqueler. Étant donné que l'humidité relative de l'air est affectée par la température, pour le fromage cheddar la température doit être de 9 à 10 °C pour une humidité de l'air située entre 70 et 82 pour cent. Il est important que la vitesse du mouvement de l'air soit suffisante et que le fromage soit tourné chaque jour.

14. Marquage du cheddar

Le marquage du cheddar doit répondre aux exigences mentionnées dans l'arrêté du 21 juin 1956 relatif au marquage obligatoire de certains fromages (J.O., 4 juillet 1956).

Article premier. — « Sont soumis au marquage « prévu par le décret du 1er avril 1940 les fromages « suivants fabriqués en France :

— gruyère, emmenthal, beaufort;
— gruyère de comté, ou comté;
— cantal fermier et laitier, laguiole;
— autres fromages à pâte pressée pesant plus de 5 kg. »

Art. 2. (Concerne le numéro d'identification délivré par le préfet du département et le répertoire desdits numéros.)

Art. 3. (Concerne des dispositions particulières pour les fromages cantal fermier ou laitier et laguiole.)

Art. 4. — « Les fromages visés à l'article 1er ci- « dessus doivent porter une marque indélébile incor- « porée au cours du pressage dans les conditions défi- « nies ci-après. »

1. (Intéresse gruyère, emmenthal et beaufort.)
2. (Intéresse gruyère de comté, ou comté.)
3. (Intéresse cantal fermier et laitier.)
4. « Autres fromages à pâte pressée, pesant plus « de 5 kg : la marque est constituée par une plaque « de caséine teintée en rouge, de forme circulaire de « 80 mm de diamètre, et portant imprimées les ins- « criptions suivantes :

— Au-dessus du diamètre, en caractères de 8 mm de haut, le mot : FRANCE.

— Sur le diamètre, en caractères de 12 mm de haut, le nom du département, les noms composés pouvant être inscrits avec les abréviations courantes.

— Au-dessous du diamètre, en caractères de 8 mm de haut, l'indication symbolique du numéro d'identification, de la teneur minima en matière grasse par la mention « X % M.G. ».

Lors du stockage des plaques de caséine à l'usine, celles-ci peuvent se couvrir de moisissures. Pour éviter cette apparition de moisissures, on peut ajouter de l'acide sorbique. Cette addition d'acide sorbique à la dose de 0.1 pour cent a été autorisée par lettre circulaire 68-203 du 14 novembre 1968. On peut aussi limiter l'apparition de ces moisissures en prenant soin d'entreposer les plaques dans un local relativement sec.

DEUXIÈME PARTIE

•

APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DU FROMAGE CHEDDAR

Le fromage cheddar étant un fromage destiné en partie à l'exportation, nous nous baserons, pour apprécier la qualité du fromage cheddar, sur les textes qui régissent l'exportation des fromages en général.

1. NORMES POUR L'EXPORTATION DU FROMAGE CHEDDAR

Deux arrêtés ont défini les modalités selon lesquelles un fromage est exportable et les qualités que l'on exige d'un certain nombre d'entre eux. Il s'agit de l'*arrêté du* 21 *mars* 1967 *et de l'arrêté du* 10 *avril* 1970.

A. ARRETE DU 21 MARS 1967

(J.O. du 26 mars 1967, rectificatif au J.O. du 1er juillet 1967)

ARTICLE PREMIER. — (Abrogé par l'arrêté du 10 avril 1970.)

Art. 2. — « Sont considérées comme expéditions, « pour l'application du présent arrêté, les expéditions « à destination des pays étrangers et celles à destina- « tion des départements français d'outre-mer et des « territoires d'outre-mer de la République. »

Art. 3. — « L'exportation des produits visés à « l'article 1er ci-dessus est subordonnée à la présenta- « tion en douane d'un titre spécial en trois exem- « plaires, intitulé : *Certificat de qualité à l'exportation*, « conforme au modèle fixé par l'Administration, établi « par l'exportateur dans les conditions précisées aux « articles 4, 5 et 6 ci-après. »

Art. 4. — « Les entreprises produisant l'un des « produits visés à l'article 1er ci-dessus et celles qui « procèdent à l'affinage des fromages ont la faculté de « soumettre leur production au contrôle permanent du « service technique interprofessionnel du lait.

« Les entreprises usant de cette faculté peuvent « demander au service technique interprofessionnel du « lait des carnets de certificats de qualité à l'exporta- « tion, groupant plusieurs liasses de six imprimés qui « sont les suivants :

« Trois certificats de qualité à l'exportation à remet- « tre à l'appui de la déclaration de douane d'exporta- « tion ;

« Deux avis d'exportation à adresser par l'expor- « tateur, l'un au service technique interprofessionnel « du lait, l'autre au service de la répression des fraudes, « trois jours francs, au moins, avant l'expédition des « marchandises, et précisant les emplacements où les « différents lots peuvent être examinés avant l'expé- « dition.

« Une souche que conserve l'exportateur.

« Ces imprimés doivent être remplis par l'exporta-
« teur en suivant toutes les indications qu'ils compor-
« tent. »

Art. 5. — « Pour permettre au service interpro-
« fessionnel du lait de procéder au contrôle des lots
« de produits visés à l'article 1^er ci-dessus, préparés pour
« l'exportation, les exportateurs qui n'utilisent pas la
« procédure décrite à l'article précédent sont tenus de
« faire parvenir au service technique interprofessionnel
« du lait, huit jours francs avant la date d'expédition,
« établis sur des imprimés conformes aux modèles fixés
« par l'Administration, un avis d'exportation précisant
« les emplacements où les différents lots pourront être
« contrôlés avant l'expédition, ainsi que trois exem-
« plaires des certificats de qualité à l'exportation pour
« chacun des lots situés dans des emplacements dis-
« tincts.

« Dans les mêmes conditions, les exportateurs adres-
« sent également un avis d'exportation au service de
« la répression des fraudes.

« Le service technique interprofessionnel du lait
« remet à l'exportateur, après contrôle de la marchan-
« dise reconnue conforme, les trois exemplaires visés
« des certificats de qualité à l'exportation.

« Le service hechnique interprofessionnel du lait a
« la faculté, notamment dans le cas prévu à l'article 6
« ci-après, de retourner lesdits certificats à l'exportateur
« sans vérification effective de la marchandise; son visa
« précise, dans ce cas, qu'il a été donné sans vérifica-
« tion. »

Art. 6. — « Les négociants exportant pour leur
« propre compte des produits en provenance d'entre-
« prises soumises au contrôle permanent prévu à l'ar-
« ticle 3 sont admis, pour de telles expéditions, à adres-

« ser, trois jours francs avant l'expédition, les docu-
« ments prévus à l'article précédent. Ils sont tenus, dans
« ce cas, de joindre à chaque jeu de certificats de qua-
« lité à l'exportation adressé au service technique inter-
« professionnel du lait, une attestation du fournisseur,
« établie sur un imprimé fourni par ce service et pré-
« cisant la qualité de ce produit, le tonnage livré, les
« marques d'identification figurant sur les emballages,
« la date à laquelle le produit a été ou sera livré au
« négociant. »

Art. 7. — « Indépendamment des contrôles effec-
« tués par les agents du service technique interprofes-
« sionnel du lait avant l'expédition des marchandises,
« les agents du service des douanes sont habilités, lors
« de la présentation des marchandises à la douane ou
« en cours de transport, à procéder au contrôle de la
« qualité des produits visés par le présent arrêté et
« déclarés à l'exportation. »

Art. 8. — « Après avoir contrôlé, s'il y a lieu, et
« notamment dans le cas où le certificat de qualité à
« l'exportation a été visé sans contrôle préalable par
« le service technique interprofessionnel du lait, que les
« marchandises déclarées en douane pour l'exportation
« répondent bien aux caractéristiques et prescriptions
« prévues par le présent arrêté, pour lesquelles le cer-
« tificat de qualité à l'exportation a été établi, le service
« des douanes vise ledit certificat et en retourne deux
« exemplaires au service technique interprofessionnel
« du lait.

« Il signale au service technique interprofessionnel
« du lait toutes les anomalies constatées par lui sur
« les expéditions de marchandises en provenance
« d'usines soumises au contrôle permanent de ce ser-
« vice. »

Art. 9. — « Indépendamment de l'application éventuelle de la législation sur la répression des fraudes et de la législation des douanes, le retrait du certificat de qualité à l'exportation est opéré chaque fois que le contrôle d'agents du service technique interprofessionnel du lait ou du service des douanes révèle que le produit, son conditionnement ou son emballage ne correspondent pas aux spécifications prévues à l'article 1er ci-dessus ni à celles mentionnées sur le certificat d'exportation.

« L'exportation ne peut avoir lieu si les spécifications prévues à l'article 1er ci-dessus ne sont pas respectées.

« Les carnets de certificats de qualité à l'exportation sont retirés aux entreprises qui les détiennent par les soins du service interprofessionnel du lait quand, autrement qu'accidentellement, les agents de ce service ou les agents des douanes constatent, au cours de leurs contrôles, que les marchandises qui leur sont présentées ne répondent pas aux caractéristiques et prescriptions réglementaires qui leur ont été imposées. Il en est de même en cas d'utilisation irrégulière du carnet, ainsi qu'en cas de fraude juridiquement reconnue. »

Art. 10. — « Des arrêtés ultérieurs définiront les conditions auxquelles devront répondre les produits laitiers, destinés à l'exportation, non visés par l'article 1er du présent arrêté. »

Art. 11. — « Les arrêtés susvisés des 19 août 1955, 20 octobre 1955 et 9 août 1963 sont abrogés. »

Art. 12. — « Le Directeur général de la production et des marchés au ministère de l'Agriculture, ainsi que le Directeur général des Douanes et Droits indi-

« rects au ministère de l'Économie et des Finances sont « chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution « du présent arrêté qui sera publié au *Journal officiel* « de la République française. »

ANNEXE

1. (Intéresse les beurres.)

2. (Intéresse les fromages, mais a été abrogé par l'arrêté du 10 avril 1970.)

3. (Intéresse les laits de conserve.)

B. ARRETE DU 10 AVRIL 1970

(J.O. du 21 avril 1970)

ARTICLE PREMIER. — « L'article premier de l'arrêté « du 21 mars 1967, relatif au contrôle des produits « laitiers destinés à l'exportation, est abrogé et rem- « placé par les dispositions suivantes :

« *Article premier.* — Le lait et la crème à l'état « naturel, les laits concentrés, les laits en poudre, les « beurres, les caséines, le lacto-sérum en poudre, le « lactose, les mélanges et aliments composés pour le « bétail, dont la teneur en poudre de lait écrémé est « supérieure à 50 pour cent, ainsi que les fromages « des types : gruyère, emmenthal, saint-paulin, édam, « gouda, bleu, cantal, cheddar, colby, les fromages « fondus et le roquefort destinés à l'exportation doi- « vent répondre aux caractéristiques publiées en annexe « du présent arrêté, indépendamment des prescriptions « réglementaires régissant ces produits.

« Toutefois, des caractéristiques différentes pourront « être admises à titre dérogatoire : dans ce cas, les titres « visés à l'article 3 ci-après devront mentionner les

« caractéristiques spéciales des produits et porter de « façon apparente la mention : « Spécification parti- « culière autorisée par les services du ministère de « l'Agriculture. »

Art. 2. — « Le chapitre 2 de l'annexe du 21 mars « 1967, concernant les caractéristiques auxquelles doi- « vent répondre certains fromages destinés à l'expor- « tation, est remplacé par les dispositions publiées en « annexe. »

Art. 3. — « L'annexe à l'arrêté du 21 mars 1967 est « complétée par les chapitres 7 et 8 publiés en annexe « concernant le lacto-sérum en poudre et les lactoses « destinées à l'exportation. »

Art. 4. — « Les termes « service technique inter- « professionnel du lait », mentionnés dans l'arrêté du « 21 mars 1967 et son annexe, sont remplacés par les « termes : « Direction des services vétérinaires, Bureau « de l'inspection du lait ».

Art. 5. — « Le Directeur des Services vétérinaires « au ministère de l'Agriculture, ainsi que le Directeur « général des Douanes et Droits indirects au ministère « de l'Économie et des Finances sont chargés, chacun « en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté « qui sera publié au *Journal officiel* de la République « française. »

ANNEXE

Caractéristiques auxquelles doivent répondre certains fromages destinés à l'exportation

1° *Champ d'application.*

Ne sont soumis aux présentes dispositions que les fromages des types :

— gruyère, emmenthal et assimilés (sbrinz, beaufort),
— cantal, cheddar et assimilés (colby),
— édam, gouda, samsoé et assimilés (mimolette),
— saint-paulain et assimilés (tomme grasse, saint-nectaire, savaron),
— bleu et assimilés (saingorlon),
— roquefort, fromages fondus.

2° *Caractéristiques.*

Les fromages des types ci-dessus qui, soumis à l'examen du collège d'experts de la Direction des Services vétérinaires (Bureau de l'inspection du lait), obtiennent au minimum la note 16, sont exportables comme « fromages de catégorie A ».

Les fromages des mêmes types obtenant à cet examen une note au moins égale à 14, mais inférieure à 16, sont exportables comme « fromages de catégorie B ».

Ceux qui obtiennent une note au moins égale à 12, mais inférieure à 14, sont exportables comme « fromages de catégorie C ».

Les fromages obtenant une note inférieure à 12 ne sont pas considérés comme exportables.

Les fromages définis doivent répondre aux caractéristiques prévues par la réglementation française.

Pour les fromages : cheddar, tomme, saingorlon et roquefort, les normes de composition suivante sont exigées :

— cheddar :
matière grasse (dans la matière sèche) 50
matière sèche 61

3° *Barème d'appréciation des fromages d'exportation.*

A. Gruyère.
B. Emmenthal français.

C. Cantal :

forme et tenue	3
croûtage et aspect	3
texture de la pâte	6
goût	8
TOTAL	20

D. Cheddar :

même barème que celui du cantal.

E. Édam, etc.

4° *Emballage.*

a) Lorsque les conditions de transport le permettent, les fromages des types : gruyère, emmenthal, cantal, cheddar et samso peuvent être expédiés en vrac.

b) Lorsque les fromages doivent être expédiés emballés, les emballages doivent être neufs et d'une solidité suffisante pour que les colis arrivent intacts à leur point de destination.

c) Indépendamment des dispositions de la réglementation relative au marquage des fromages, les colis doivent porter d'une manière indélébile le nom et l'adresse du fabricant ou le numéro d'immatriculation de l'atelier de fabrication.

Aux termes de ces deux arrêtés, il ressort que l'on exige pour le cheddar deux taux minima :

— matière grasse .... 50 % de la matière sèche
— matière sèche .... 61 %

et une appréciation organoleptique du lot de fromages.

2. Détermination de la matière grasse du fromage

Méthode de référence (rapport de la X[e] session, Comité mixte FAO/OMS : lait et produits laitiers).

Pratiquement, à la laiterie, on utilise la méthode suivante :

Matériel :

Un butyromètre Van Gulik avec son godet à trous.
Une pipette de 10 ml à acide.
Une pipette de 1 ml à alcool.
Une balance de précision.

Réactifs :

Acide sulfurique de densité 1,525.
Alcool isoamylique.

Méthode :

Peser exactement 3 grammes de fromage dans le godet.
Introduire le godet dans le butyromètre.
Ajouter de l'acide sulfurique 1,525 un peu au-dessus du godet.
Porter au bain-marie à 65 °C, de quinze à trente minutes.
Ajouter ensuite 1 millilitre d'alcool.
Ajouter de l'acide sulfurique jusqu'en haut de la graduation du butyromètre.
Centrifuger cinq minutes à 1 200 tours/minute.
Lecture : la lecture sur la tige du butyromètre donne le poids de matière grasse pour 100 grammes de fromage.

3. Détermination de l'humidité

Peser 5 grammes de fromage, broyé ou râpé, dans une capsule tarée en platine ou en matière inaltérable à la chaleur.

Laisser la capsule contenant l'échantillon dans un dessiccateur sous vide pendant une quinzaine d'heures, puis porter à l'étuve à 105 °C. La durée de séjour à l'étuve est généralement de six à sept heures.

— Soit M la masse en grammes de la capsule contenant le fromage,

— Soit m la masse en grammes de la capsule et du résidu sec :

$(M - m) \times 20$ exprime l'humidité pour 100 grammes de fromage.

Troisième partie

•

ÉTUDE DE QUELQUES DÉFAUTS DU CHEDDAR

1. Défauts qui affectent l'extérieur du fromage

1° *Moisissures*

Il s'agit là d'un défaut majeur du cheddar, et d'un défaut assez fréquent.

Les conditions nécessaires pour le développement de la moisissure sont particulièrement bien réunies à la surface du fromage. En effet, la présence d'humidité et d'éléments nutritifs pour les spores de moisissures permettent leur développement assez fréquemment. Le fromage sans croûte, qui a une surface humide, est le milieu idéal pour le développement de la moisissure.

Causes.

a) Emballage trop perméable à l'oxygène.

b) L'oxygène est épuisé trop lentement. La vitesse à laquelle l'oxygène s'épuise est influencée par un certain nombre de facteurs :

— nature de la flore bactériologique du lait;
— efficacité de la pasteurisation;

— nature des organismes des ferments;
— présence de bactériophages;
— concentration de sel;
— température de stockage.

c) Emballage mal fermé résultant de :

— presse chauffante non élevée à la température requise;
— presse chauffante ne maintenant pas la température au cours d'emplois renouvelés;
— pression insuffisante sur le fromage dans la presse chauffante;
— plis dans les imbrications de l'enveloppe;
— manipulation grossière après l'emballage et avant, ou pendant la mise en boîte;
— retard après le démoulage et avant pressage sous chaleur, et retard dans la mise en boîte après pressage sous chaleur;
— enveloppe abîmée avant utilisation;
— enveloppe abîmée sur les tables d'empaquetage par les échardes, les ongles du manipulateur;
— trou de sonde mal fermé ou fermé avec un matériel perméable à l'oxygène.

2° *Surfaces décolorées et pourries*

Celles-ci sont souvent associées au développement de moisissures et de ferments. La plupart des ferments et certaines espèces de moisissures peuvent se développer à des niveaux très bas d'oxygène.

Leur développement entraîne une décoloration des carotènes et une dégradation des protéines du fromage, qui s'accompagne d'une odeur oxydée, fermentée et moisie.

3° *Surfaces ouvertes*

Une surface ouverte peut être provoquée par plusieurs facteurs :

a) Caillé en quantité insuffisante dans le moule pour permettre un bon pressage.

b) Toiles de presse insuffisamment perméables pour permettre une bonne circulation du sérum, soit parce qu'elles sont trop étroitement tissées ou bien parce qu'elles se sont bouchées.

c) Pression insuffisante pour entraîner la fusion du caillé à la surface. En général, la surface se ferme en dernier car le caillé en contact avec le moule se trouve à une tmpérature plus basse que celle dans la pâte du fromage. Il faut surveiller la température dans la salle des presses.

4° *Surfaces arrachées*

Les morceaux de caillé ayant adhéré à la toile sont arrachés et provoquent des trous irréguliers à la surface du fromage.

Ce défaut peut provenir d'un tissage trop ouvert de la toile de presse, ou d'une pâte peu consistante, ou d'une température trop élevée au cours du pressage. Ce défaut peut être contrôlé en choisissant des toiles de presse fermement tissées, mais conservant des pores suffisants pour l'évacuation du sérum, ou en réduisant le volume d'humidité du caillé au moulage et en contrôlant la température de la chambre de presse qui doit rester inférieure à 47 °C. Le trempage des toiles de presse dans une solution de tétraphosphate de sodium à 2 pour cent, à une température de 67 °C, réduira énormément les risques d'adhérence de la toile.

5° *Coins et angles arrondis*

Les coins et les angles arrondis sont, dans la plupart des cas, dus à un mauvais remplissage des moules et à un tassage du caillé insuffisant avant de mettre les moules sous presse.

6° *Défauts de paraffinage*

Paraffinage inégal.

C'est la conséquence d'un système mal conçu pour l'assèchement et le refroidissement du fromage paraffiné. Pour pallier cet inconvénient, on peut prendre un nouveau délai de refroidissement ou utiliser une température plus élevée de paraffinage, jusqu'à 165 °C.

Fissures ou brisures de la cire.

Cela provient de l'emploi de mélange insuffisamment souple et d'une mauvaise manipulation du fromage. De grandes variations de température peuvent aggraver ces défauts.

Taches de barres ou de grilles.

Elles correspondent à des surfaces linéaires du fromage qui ne sont pas enduites de cire ou qui ne sont recouvertes que d'une couche très fine. C'est la conséquence d'une mauvaise disposition du fromage sur les rayons pendant le paraffinage et le séchage. Il faut recouvrir ces bandes avec de la cire en fusion.

Cire foncée.

Conséquence d'un surchauffage ou du maintien d'une fournée de cire dans un état de haute fusion pendant une trop longue période. Une fusion préliminaire

avec un chauffage à la vapeur sera un avantage considérable pour pallier cet inconvénient.

Enduit de cire trop léger ou trop fin.

Dû à l'utilisation d'une température de paraffinage trop élevée pour le mélange de cire employée.

Trous « d'épingle » dans la cire.

Conséquence d'un paraffinage de fromage humide à sa surface. Cette eau bout à la température du bain de cire, donnant lieu à des éruptions minimes et provoquant comme des trous d'épingle dans la cire d'où s'est échappée la vapeur.

7° *Présence de matières étrangères à la surface*

Ces matières étrangères peuvent provenir, soit des moules qui n'ont pas été suffisamment nettoyés et qui gardent des déchets de cuvées précédentes, soit du passage des fromages sur des surfaces sales.

2. Défauts qui affectent l'intérieur du fromage

1° *Matières étrangères*

La présence de matières étrangères dans le fromage est un défaut majeur car il est particulièrement désagréable. On pourra trouver à l'intérieur du fromage des matières très diverses : taches de rouille provenant de l'équipement, coulées d'huile ou de graisse, fragments de métal, encre provenant des tampons de marquage, fragments de courroies provenant des agitateurs, verres provenant des thermomètres, sciure, poils de brosses. Il y aura même certaines matières étrangères particu-

lièrement désagréables comme : débris d'insectes, cheveux.

Les mesures préventives sont dans la plupart des cas évidentes, mais elles exigent une vigilance continuelle de la part de tous les opérateurs si l'on veut avoir de bons résultats. Il faut en particulier assurer une bonne filtration du lait avant la pasteurisation, comme nous l'avons indiqué précédemment.

2° *Séparation de lactosérum et apparition de dépôts de tyrosine*

La séparation de lactosérum découle de l'arrêt subit de la transformation des protéines en substances azotées plus simples. Le moment auquel cela survient dépend de facteurs tels que : la température de stockage, la nature de la flore bactériologique, le volume d'humidité et la quantité de présure utilisée pour la fabrication du fromage. La séparation de lactosérum est habituellement accompagnée de la formation de concrétions blanches, grumeleuses, de tyrosine.

Un fromage présentant un tel défaut peut être assez acceptable une fois le liquide évacué. Cependant. ce défaut peut aller jusqu'à un goût aigre et déprécier le produit final.

3° *Fissurage*

C'est le cas d'un fromage dans lequel les contours des particules de caillé moulues sont encore évidents quelques semaines après la fabrication. Dans certains cas, sérieux, le fromage peut tomber en morceaux au cours de l'opération de découpage. Ce défaut provient d'une soudure insuffisante des grains de caillé. Cet état est aggravé par un salage fait à de hautes concentra-

tions. Un caillé à volume d'humidité bas est encore plus atteint. On peut prévenir cette défectuosité en surveillant le niveau de salage et en pulvérisant de l'eau chaude, avant le salage, sur les grains de caillé. Le moulage du caillé froid et l'utilisation de pressions trop basses dans la presse aggravera encore le défaut en retardant la fusion des grains de caillé.

4° *Excès de coloration*

Il s'agit là d'un défaut mineur. On peut avoir des fromages trop jaunes au moment de la pousse de l'herbe. Ces fromages surcolorés sont peu appréciés sur le marché des fondeurs italiens. En effet, ceux-ci ne produisent que des fromages à pâte très blanche, seuls appréciés du consommateur.

5° *Production de gaz*

Une lente production de gaz dans le fromage à croûte n'a pas beaucoup de conséquences car le gaz peut diffuser à travers la croûte à peu près à la même vitesse que la vitesse de production. Dans le cas des fromages sans croûte, cette production de gaz est un défaut majeur car l'emballage du fromage dans une feuille étanche au gaz et à l'humidité ne permet pas la diffusion de gaz à l'extérieur. Cette production de gaz produit alors un gonflement du fromage et l'apparition d'une odeur et d'un goût désagréables. Il s'agit là d'un des défauts les plus graves du fromage cheddar.

Causes :

a) Utilisation de ferments produisant en excès de gaz.

b) Défauts des ferments qui produisent un pH trop élevé et laissent un taux résiduel de lactose et d'eau plus élevé dans le fromage.

c) Taux de sel trop bas. Celui-ci devrait être d'environ 1,6 - 1,8 pour cent dans le fromage, ou d'environ 4,8 - 5 pour cent du volume d'eau du fromage.

d) Température de stockage trop élevée ou fromage empilé d'une façon trop serrée et trop tôt après l'emballage, de sorte que le fromage met trop de temps pour acquérir sa température de stockage.

e) Mais le défaut apparaît surtout à la suite de fautes d'hygiène dans la récolte du lait, au cours de sa conservation, puis au cours de ses traitements dans la laiterie, à la réception du lait, avant la pasteurisation ou après la pasteurisation.

A. CONTAMINATION DU LAIT A LA FERME

1° *Contamination à partir de la mamelle*

Tant que le lait se trouve dans la mamelle, il contient très peu de bactéries. Ces dernières ont peu de conséquences commercialement ou du point de vue de la santé publique; d'autre part, elles ne survivent pas à la pasteurisation. Seuls les premiers jets de chaque mamelle sont fortement contaminés. Aussi est-il important de les éliminer dans un bol de traite, ce qui permet en même temps de détecter les vaches atteintes de mammites.

2° *Contamination à partir de sources extérieures*

La vache mise à part, il y a plusieurs sources extérieures de pollution contribuant à introduire un nombre important de bactéries dans le lait.

a) *Terre.*

Des particules de terre pénètrent dans le lait sous forme de poussière soulevée par les mouvements des animaux.

b) *Eau.*

Les accidents les plus sérieux d'origine bactérienne se produisent quand on utilise de l'eau sale polluée par des matières végétales et animales.

c) *Fumier.*

Il contient de grandes quantités de bactéries, aussi est-il important qu'il ne vienne pas au contact du lait.

d) *Peau de l'animal.*

Cela est apparenté à la contamination par la terre ou le fumier, étant donné que les mamelles poilues transportent de nombreuses particules terreuses qui peuvent tomber dans le lait au moment de la traite. La tonte des mamelles pour enlever les poils devrait être une pratique courante.

e) *Insectes.*

Les insectes sont des agents contaminateurs, aussi est-il recommandé de faire procéder régulièrement au blanchiment des étables avec des solutions contenant des insecticides.

f) *Ustensiles sales.*

On considère que la plus grande partie de la contamination du lait provient de son contact avec des ustensiles sales. En fait, il n'est pas possible de produire un lait de bonne qualité sans nettoyer et stériliser à fond tous les instruments.

Tableau d'après R. J. RICHARDS

Numération en boîtes de Pétri (organismes par millilitre) :

	Lait cru	*Lait après pasteurisation*
	—	—
Lait récolté dans des ustensiles stérilisés	1 560 000	340
	1 480 000	160
Lait récolté dans des ustensiles non stérilisés	1 100 000	15 000
	1 250 000	180 000

Cet exemple montre que le lait qui est entré en contact avec des ustensiles non stérilisés, avant la pasteurisation, a un nombre de bactéries plus élevé, après la pasteurisation, que le lait qui a été manipulé dans des ustensiles stérilisés. Le seul procédé de traitement par la pasteurisation ne permet pas de transformer un lait souillé en un lait pur.

Parmi les ustensiles en contact avec le lait, un de ceux qui risquent d'apporter une contamination importante est la machine à traire. Mal nettoyées et insuffisamment stérilisées, les machines à traire fournissent d'excellentes conditions pour la multiplication des bactéries, qui sont capables alors de survivre au traitement de la pasteurisation. Si la machine à traire est mal nettoyée, des dépôts de protéine sont coagulés par la chaleur de l'eau bouillante utilisée pour le nettoyage. Ces protéines fixent les sels minéraux du lait pour former

le tartre du lait, bonne source nutritive pour les bactéries, et réalisent en outre une couche protectrice contre la chaleur pour ces mêmes bactéries.

Le lait peut aussi être contaminé à partir des bidons qui proviennent de l'usine et qui ne sont pas nécessairement propres. La petite flaque de liquide laiteux qui reste au fond est souvent cause de la contamination de la prochaine fourniture de lait. Il faudrait laver ces bidons avec des solutions stérilisantes et, ensuite, les rincer plusieurs fois avec de l'eau propre, puis les laisser sécher suffisamment.

3° *Contamination par le trayeur*

Une autre source importante de contamination est le trayeur, surtout s'il pratique la traite « mouillée ». Dans ce cas, un nombre considérable d'organismes peuvent être transportés dans le lait à partir des mains, aussi bien qu'à partir de la peau de la mamelle de la vache et des trayons. Aussi faut-il recommander au trayeur de se laver les mains très souvent au cours de la traite et de porter des vêtements propres. Le trayeur, comme plus tard l'ouvrier à la laiterie, doit se rappeler qu'il est engagé dans la production d'un produit alimentaire hautement périssable, et doit donc se plier à toutes les exigences qui en découlent.

4° *Réfrigération : méthode d'inhibition de la croissance des bactéries*

Après la traite, une réfrigération immédiate améliore énormément la conservation et retarde le développement des bactéries d'altération. La température du lait immédiatement après la traite se situe environ à 33 °C et, à moins d'un refroidissement très rapide, il restera chaud pendant plusieurs heures.

Tableau d'après R. J. RICHARDS

Température de chambrage du lait	Numération de bactéries en boîtes de Pétri après soixante-douze heures de conservation
—	—
0 °C	2 400
5 °C	2 600
10 °C	11 600
12,5 °C	18 600
16 °C	180 000
20 °C	450 000
30 °C	1 400 000 000
36 °C	25 000 000 000

On recommande de conserver le lait à une température maximale de 8 °C.

On peut refroidir le lait de diverses façons :

— *Refroidissement par immersion :* les bidons sont immergés dans des récipients contenant de l'eau froide naturellement ou de l'eau refroidie artificiellement. Cette méthode permet d'abaisser la température du lait en une ou deux heures.

— *Refroidissement par aspersion :* l'eau froide coule en pluie sur le bidon, ce qui permet d'abaisser la température du lait en moins d'une demi-heure à une température supérieure de 2 °C à celle de l'eau.

— *Refroidissement par la glace de lait :* on immerge dans le lait un pain de glace de lait obtenue par congélation du lait de la traite précédente. On abaisse ainsi très rapidement (dix minutes) la température du lait.

B. CONTAMINATION DU LAIT A LA LAITERIE

Comme à la ferme, la contamination du lait se fait par contact du lait avec des surfaces mal nettoyées.

a) *Cuves de stockage.*

On peut contaminer un lait en arrivant à l'usine en le mettant en contact avec un lait contaminé qui se trouve dans la cuve de stockage.

Il est recommandé de procéder à un nettoyage quotidien de ces cuves.

b) *Tuyauterie et robinets.*

Les tuyaux et surtout les robinets sales peuvent contaminer le lait. Il faut les démonter et les nettoyer chaque jour le plus soigneusement possible. D'autre part, ils doivent être lavés avec une solution d'hypochlorite de sodium, puis rincés immédiatement avant l'arrivée du lait.

c) *Pasteurisateurs.*

Il faut veiller à la stérilisation du pasteurisateur avant toute utilisation.

d) *Cuves à fromage.*

Elles devront être nettoyées après chaque utilisation. D'autre part, comme pour les tuyaux et robinets, elles devront être lavées avec une solution d'hypochlorite de sodium, puis rincées immédiatement avant l'arrivée du lait.

e) *Moules à fromage.*

Pour nettoyer les moules à fromage, il faut enlever toute trace de graisse et tous les résidus de caillé, et

éviter l'installation de dépôts minéraux. On utilise quotidiennement une solution acide faible pour réaliser leur nettoyage.

Pour ce faire, on recommande d'utiliser le protocole suivant :

— Rincer avec une eau propre à 43 - 46 °C jusqu'à ce que l'eau coule absolument claire.

— Faire circuler une solution acide à une température supérieure de quelques degrés à celle de la pasteurisation (maximum de 87 °C) pendant vingt minutes.

— Rincer abondamment avec de l'eau à 76 °C.

— Faire circuler un dégraisseur alcalin pendant vingt minutes.

— Rincer abondamment avec de l'eau très chaude, puis utiliser de l'eau froide pour refroidir le pasteurisateur.

— Immédiatement avant la pasteurisation, rincer abondamment avec une solution froide d'hypochlorite.

f) *Présure.*

Pour diluer la présure, utiliser une eau bouillie et refroidie, sinon on risque de provoquer une contamination du lait pasteurisé.

CONCLUSION

La production laitière française a posé, au cours de ces dernières années, de sérieux problèmes de débouchés. Les fromages produits en France, peut-être appréciés des gourmets, n'étaient pas tous exportables dans de bonnes conditions.

Le cheddar, fromage connu dans le monde entier, peut être un produit apprécié des importateurs étrangers. Il ne sera apprécié que s'il est d'une bonne qualité suivie et s'il peut être produit à des prix compétitifs sur le marché international. Sa bonne qualité dépend en grande partie des laits qui arrivent à la laiterie, d'où l'intérêt d'améliorer les conditions hygiéniques de la traite. Dans ce but, le paiement du lait en rapport avec sa qualité bactériologique sera un excellent moyen d'obtenir des progrès en ce domaine. La production à des prix compétitifs passera nécessairement par une concentration des ateliers de traitement du lait, qui permettra une mécanisation et une automation de la fabrication.

Si le cheddar est apprécié dans les pays étrangers, il l'est aussi en France par les fabricants de fromage fondu. En effet, le cheddar est un fromage qui, du fait de sa structure, fond bien et qui, d'autre part, présente une certaine solidité sur le plan bactériologique.

Mais, là aussi, un fromage de très bonne qualité est exigé, la fonte ne pouvant corriger à elle seule les défauts du fromage.

Il est possible de dire en conclusion que le cheddar est un fromage dont la fabrication est relativement facile et se prêtera dans les années à venir à une automation complète dans les fromageries qui pourront réaliser un tel équipement. C'est un fromage qui, s'il est de bonne qualité, trouvera facilement des débouchés, soit vers l'étranger, soit vers les fabriques de fromage fondu, et pourquoi ne serait-il pas un jour apprécié du consommateur français ?

Vu :
Le Professeur de l'Ecole vétérinaire
rapporteur,
Ch. LABIE.

Vu :
Le Directeur de l'Ecole vétérinaire,
Pour le Directeur,
Le Professeur délégué,
A. BRIZARD.

Vu :
Le Président de la thèse,
ROUX.

Vu et permis d'imprimer :
Toulouse, le 17 septembre 1971.
Le Président de l'Université Paul-Sabatier,
L. LARENG.

BIBLIOGRAPHIE

COGITORE A. — Traité pratique de la réglementation laitière, pp. 302-304, 315-316. — Éd. Cogitore, Epinal (Vosges), 1968.

— Traité pratique de la réglementation laitière. Mise à jour n° 1, pp. 74-75, 105-112. — Éd. du Sapin d'or, Épinal, 1969.

— Traité pratique de la réglementation laitière. Mise à jour n° 2, pp. 132-133. — Éd. du Sapin d'or, Épinal, 1971.

CONOCHIE J. — C.S.I.R.O. Division of Dairy Research. — Enrobage et emballage du fromage sans croûte. — Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

CZULAC J. — C.S.I.R.O. Division of Dairy Research. — Des ferments du fromage, leur propagation, leur utilisation. Méthode de fabrication du fromage. Manipulation du caillé dans le sérum. Aspects théoriques de l'affinage du fromage cheddar. — Conférences à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

FRANKLIN J. — Kraft foods Ltd. — Théorie de l'amélioration sanitaire à l'usine. — Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

HAMMOND L. A. — C.S.I.R.O. Division of Dairy Research. — Traitement du lait à l'usine. Aspects pratiques de la propagation des ferments. — Conférences à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

LINKLATER P. M. — The University of New South Wales. — Méthode de fabrication du fromage : de l'emprésurage au découpage. — Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

MORRIS T. A. — Méthode de fabrication du fromage : moulage traditionnel et pressage. — Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

PARK W. J. — Bell Bujant. — Aspects pratiques de l'hygiène à l'usine. Méthode de fabrication du fromage : la cheddarisation. Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

PETRONILLI J. — Industrie laitière française dans le Marché commun. Le cheddar, pp. 165-166. — CIDETEC, 3e trimestre 1969.

TRAINOR S. — Department of Primary Industry. — Défauts de condition du fromage sans croûte. — Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

RICHARDS R. J. — Division of Science Service New South Wales. Department of Agriculture. — Qualité du lait. — Conférence à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie, 1966.

PRICE W. V., CALBERT H. E. — Cheddar cheese, from pasteurized milk. — Bulletin 404. Centre de cultures laitières, Caen, 1953.

VEISSEYRE R. — Techniques laitières modernes. 1 vol. 560 pages. — « La Maison rustique », Paris, 1957.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 9
PLAN 11
ORIGINE DU CHEDDAR 13
DÉFINITION DU CHEDDAR 15

PREMIÈRE PARTIE

Fabrication du cheddar

1. Qualité du lait 17
2. Réception, stockage et standardisation 19
3. Filtration. Pasteurisation 20
4. Addition des levains 22
5. Emprésurage 25
6. Découpage du caillé 26
7. Manipulation du caillé dans le sérum 27
8. La cheddarisation 29
9. Mouture et salage 30
10. Moulage et pressage 32
11. Paraffinage du fromage à croûte 34
12. Enrobage et emballage du fromage sans croûte . . 35
13. Stockage du fromage 37
14. Marquage du cheddar 38

Deuxième partie

Appréciation de la qualité du fromage cheddar

1. Normes pour l'exportation du fromage cheddar.. 41
2. Détermination de la matière grasse du fromage.. 50
3. Détermination de l'humidité. 51

Troisième partie

Étude de quelques défauts du cheddar

1. Défauts qui affectent l'extérieur du fromage.. .. 53
2. Défauts qui affectent l'intérieur du fromage.. .. 57

Conclusion 67

Bibliographie 69

Imp. Toulousaine, Vve LION, 16, rue Lakanal, Toulouse.
Dépôt légal 4e trim. 71 Aa. 626